



**University of
Zurich**^{UZH}

**Zurich Open Repository and
Archive**

University of Zurich
University Library
Strickhofstrasse 39
CH-8057 Zurich
www.zora.uzh.ch

Year: 2019

Minimalinvasive Therapie koronaler karies- und nicht kariesbedingter Defekte

Rothmeier, Ramona ; Attin, Thomas ; Tauböck, Tobias

Abstract: Karies stellt nach wie vor die häufigste Erkrankung der Zahnhartsubstanz dar. In der täglichen Praxis werden zunehmend jedoch auch nicht kariöse Defekte beobachtet. Der Artikel stellt minimalinvasive Therapieansätze zur Versorgung kariöser und nicht kariöser Defekte verschiedenster Ursache vor. Beleuchtet werden die Hintergründe sowie Vor- und Nachteile der jeweiligen Therapien, um einen möglichst langfristigen Zahnerhalt zu erzielen.

DOI: <https://doi.org/10.1055/a-0668-0286>

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-183105>

Journal Article

Accepted Version

Originally published at:

Rothmeier, Ramona; Attin, Thomas; Tauböck, Tobias (2019). Minimalinvasive Therapie koronaler karies- und nicht kariesbedingter Defekte. Zahnmedizin up2date, 13(01):23-39.

DOI: <https://doi.org/10.1055/a-0668-0286>

Minimalinvasive Therapie koronaler karies- und nicht kariesbedingter Defekte

Ramona Rothmeier, Thomas Attin, Tobias T. Tauböck

Universität Zürich, Zentrum für Zahnmedizin

Klinik für Präventivzahnmedizin, Parodontologie und Kariologie

Vorspann

Karies stellt nach wie vor die häufigste Erkrankung der Zahnhartsubstanz dar. In der täglichen Praxis werden zunehmend jedoch auch nicht-kariöse Defekte beobachtet. In diesem Artikel werden minimalinvasive Therapieansätze zur Versorgung kariöser und nicht-kariöser Defekte verschiedenster Ursache präsentiert. Es werden die Hintergründe, Vor- und Nachteile der jeweiligen Therapien beleuchtet, um einen möglichst langfristigen Zahnerhalt zu erzielen.

Einleitung

Minimalinvasive Versorgungstechniken kariöser und nicht-kariöser Defekte werden durch moderne Adhäsivsysteme und Kompositmaterialien ermöglicht. Adhäsivsysteme gewährleisten eine zuverlässige Haftung an Zahnoberflächen, sodass Zähne ohne invasive Präparationen suffizient versorgt werden können. Makroretentionen wie Stifte oder unterschiehende Kavitätengeometrien werden in der Füllungstherapie heutzutage nicht mehr benötigt. Dies erlaubt es, defektorientiert zu arbeiten und somit gesunde Zahnhartsubstanz zu schonen und den Zahn weniger zu schwächen.

Die Versorgung nicht-kariöser Defekte wird ebenfalls durch die Adhäsivtechnik optimiert. Das Indikationsspektrum direkter Kompositrestaurationen konnte soweit vergrößert werden, dass in vielen Fällen auf zahntechnisch hergestellte Werkstücke und dafür notwendige Präparationsmaßnahmen verzichtet werden kann [1]. Bisshebungen beispielsweise können heutzutage mit Kompositen rein additiv durchgeführt werden.

Jedoch sind trotz der Erfolge in der Adhäsivtechnik Sekundärkaries und Materialfrakturen weit verbreitete Probleme. Auch hier sollte ein nachhaltiges Vorgehen, beispielsweise durch Reparaturen statt Ersatzrestaurationen angestrebt werden.

Kariesbedingte Defekte

Non-invasive Therapie

Karies ist eine Folge des Angriffes durch Säuren, welche von pathogenen Mikroorganismen produziert wurden. Es kommt zu einer Demineralisation des Schmelzes, was bei langzeitiger Säureexposition zu einer kariösen Läsion mit Kavitation führen kann. Röntgenologisch diagnostizierte initiale Schmelzläsionen können durch non-invasive Maßnahmen zum Stillstand gebracht werden. Zu den non-invasiven Methoden zählen regelmäßige Fluoridierung, Verbesserung der Mundhygiene sowie Aufklärung des Patienten über den Einfluss der Ernährung auf die orale Gesundheit.

Merke:

Ein erhöhtes Kariesrisiko herrscht vor allem bei Patienten mit eingeschränkter Mundhygiene, ungünstiger Zahnstellung oder -anatomie bzw. Mundtrockenheit. Bei diesen Patienten sollte besonders viel Wert auf Prävention gelegt werden.

Durch Fluoridierung als Präventivmaßnahme konnte ein signifikanter Kariesrückgang verzeichnet werden, allerdings ist Karies trotzdem nach wie vor sehr präsent.

Mikroinvasive Therapie: Infiltration

Nachteil eines rein non-invasiven Vorgehens ist, dass dieses nahezu vollständig von der Compliance des Patienten abhängig ist. Schreitet eine Läsion trotz präventiver Maßnahmen weiter voran, muss auf eine interventionelle Therapie zurückgegriffen werden. Doch auch bei minimalinvasivem Vorgehen wird zwangsläufig ein gewisser Anteil gesunder Zahnhartsubstanz geopfert, wodurch es zu einer Schwächung des Zahnes kommt. Für kleine Läsionen bedeutet dies einen unverhältnismäßig großen Verlust an gesundem Schmelz, insbesondere bei approximalen Läsionen, welche sich unterhalb des

Kontaktpunktes befinden [2]. Folglich herrscht zwischen der präventiven und restaurativen Behandlung eine therapeutische Lücke. Um diese Lücke zu schließen, konnte das Prinzip der okklusalen Fissurenversiegelung auf die approximale Anwendung im Sinne einer Infiltration übertragen werden [3]. Bei sogenannten Infiltranten handelt es sich um ungefüllte, fließfähige Kunststoffe, welche in den Schmelz hinein penetrieren und auf diese Weise die Läsion ohne Präparation bis ins Innere hinein auffüllen. Mit Hilfe der mikroinvasiven Infiltrationstechnik ist es möglich, das Fortschreiten einer noch nicht eingebrochenen Läsion signifikant zu verlangsamen oder sogar zum Stillstand zu bringen [4].

Merke

Infiltranten enthalten keine radioopaken Füllerpartikel. Damit sind Infiltrationen im Röntgenbild nicht sichtbar und erscheinen wie unbehandelte Läsionen. Zur Dokumentation und Verlaufskontrolle ist ein Patientenpass auszufüllen, welcher dem Patienten mitgegeben wird.

Indikation

Infiltrationen können prinzipiell sowohl im Frontzahnbereich, als auch an Seitenzähnen durchgeführt werden. Ob eine kariöse Läsion noch mit dieser mikroinvasiven Methode behandelt werden kann oder ob eine konventionelle Füllungstherapie durchgeführt werden sollte, ist primär davon abhängig, ob die Schmelzoberfläche bereits eingebrochen ist oder nicht. Radiologische Läsionstiefen bis D1 (äußere Dentinhälfte) können in der Regel mit einer Infiltration behandelt werden. Läsionen, welche sich darüber hinaus befinden, sollten konventionell versorgt werden.

Ablauf

Für die Infiltration werden drei Komponenten benötigt. Um eine möglichst tiefe Penetration des Infiltranten zu ermöglichen, muss die Schmelzoberfläche mit Salzsäure geätzt werden. Salzsäure erodiert den Schmelz stärker als Phosphorsäure, was dazu verhilft, einen Zugang zu den Poren des Läsionskörpers zu schaffen [5]. Durch Alkohol und Luft wird eine trockene Umgebung für die eigentliche Infiltration geschaffen. In Abbildung 1 wird ein klinisches Fallbeispiel einer Infiltrationstherapie präsentiert.

Minimalinvasive Füllungstherapie

Ist eine Karies bereits bis ins Dentin fortgeschritten und die Schmelzoberfläche eingebrochen, bleibt nur die konventionelle Restauration des Zahnes, um ein weiteres Fortschreiten der Karies zu verhindern und die Mundhygienefähigkeit wiederherzustellen. Damit die Schwächung der Zahnhartsubstanz durch die Präparation so gering wie möglich gehalten wird, sollte der Zugang zur Karies nur soweit ausgedehnt werden, dass das von Karies infizierte Dentin entfernt werden kann. Als Präparationsrichtlinie sollte dabei einzig das defektorientierte Vorgehen gelten. Dehnt sich eine Läsion unterhalb des gesunden Zahnschmelzes aus, können sauber exkavierte, unterminierende Bereiche belassen werden, da diese durch die adhäsive Restauration unterstützt werden [6]. Das Exkavieren erfolgt mit einem Rosenbohrer mit wenig Druck, niedriger Umdrehungszahl und ohne Wasser. Die Verwendung von Lupenbrillen wird empfohlen um die Detailerkennung und Präzision zu verbessern. Nach der Exkavation sollen die Schmelzränder angeschrägt werden, um die Schmelzprismen möglichst senkrecht anzuschneiden und damit die Haftung nochmals zu verbessern [7]. Zur Schonung des Nachbarzahnes werden zum Anschrägen in approximalen Bereichen oszillierende Präparationsansätze empfohlen.

Diese Instrumente sind nur auf der zur Kavität gerichteten Seite diamantiert, die Rückseite weist eine glatte Oberfläche auf (Abb. 2).

Spezialfall: Tunnelierung

Eine spezielle Form der minimalinvasiven Präparation stellen Tunnelpräparationen dar. Ziel ist es, die approximal gelegene Karies durch einen minimalen okklusalen Zugang zu exkavieren und so die Randleiste intakt zu halten und gesunde Zahnhartsubstanz zu schonen.

Es können drei Variationen der Tunnelierung unterschieden werden: (1) der durchgängige Tunnel („total tunnel“), wobei die komplette proximale Schmelzschicht entfernt wird, (2) die teilweise Tunnelierung („partial tunnel“), hierbei wird der proximale Schmelz nur wenig perforiert und umgebener, demineralisierter Schmelz wird belassen und (3) die unvollständige Tunnelierung, bei welcher nur die Dentinkaries entfernt wird, aber der Schmelz erhalten werden kann („internal approach“) [8]. Das Ausmaß der Tunnelierung ist abhängig von der Ausdehnung der Karies und dem Zustand des Schmelzes.

Um einen möglichst langfristigen Erhalt von Tunnelrestorationen zu erreichen, müssen gewisse Anforderungen an die Präparation erfüllt werden. Fasbinder und Mitarbeiter [9] konnten zeigen, dass Zähne mit einem schmalen okklusalen Zugang von zirka 1.5 mm Durchmesser und einer Randleistenstärke von mindestens 2 mm eine ähnliche Frakturresistenz aufweisen wie unbehandelte Zähne. Hierbei stellt jedoch die Stärke der Randleiste das wichtigere Kriterium als die Größe der Kavität dar [10, 11].

Zu erwähnen ist, dass die Tunnelpräparation äußerst anspruchsvoll in der Anwendung ist. Wird die Randleiste zu sehr unterminiert, führt dies zu einem erhöhten Risiko einer Fraktur der Randleiste. Der minimale Zugang erschwert die gründliche Exkavation der

approximalen Karies, was die Bildung eines Kariesrezidivs zur Folge haben könnte [12]. Zudem wird durch eine tangentielle Präparation ein größerer Anteil des pulpanahen Dentins entfernt als bei einer konventionellen Präparation [13]. Nicht nur die gründliche Exkavation der Karies ist bei dieser Präparationsart erschwert, sondern auch die Erreichbarkeit bei der Füllungslegung. Deswegen werden hierfür fließfähige Bulk-Fill-Komposite empfohlen, welche in vielen Fällen mit nur einem Inkrement eingebracht werden können. In Abb. 3 ist der Ablauf einer durchgängigen Tunnelierung dargestellt.

Nicht-kariesbedingte Defekte

In industrialisierten Ländern ist seit Jahren ein Kariesrückgang zu verzeichnen. Dies wird unter anderem mit einem gesteigerten Bewusstsein der Bevölkerung für orale Gesundheit erklärt. Auch ausgedehnte Präventionsmaßnahmen und vermehrte Aufklärung über die Wichtigkeit einer guten Mundhygiene haben dazu beigetragen [14]. Stattdessen treten nicht-kariesbedingte Zahnhartsubstanzdefekte in Form von Erosionen, abradierten Gebissen und keilförmigen Defekten an Zahnhälsen immer mehr in den Fokus.

Erosionen sind irreversible Zahnhartsubstanzverluste, welche durch häufige und/oder längere direkte Säureeinwirkung verursacht werden [7]. Sie zeichnen sich typischerweise als Erosionsmulden ab. Von Erosionsspuren exogener Ursache sind hauptsächlich die okklusalen und bukkalen Zahnflächen betroffen (Abb. 4). In diesen Fällen ist eine ausführliche Ernährungsanamnese indiziert, sowie die Aufklärung der Patienten über die Erosivität von Nahrungsmitteln und Getränken. Ein Zahnhartsubstanzverlust, welcher durch intrinsische Säuren bedingt ist, zeichnet sich vermehrt an den Okklusalfächen der Seitenzähne und Palatinalflächen der Frontzähne ab (Abb. 5). Diesen Erosionsschäden können gastrointestinale Probleme oder eine Essstörung zu Grunde liegen.

Mechanisch verursachte Substanzverluste können in zwei Kategorien eingeteilt werden. Der Abrieb durch ein fremdes Medium (z.B. Zahnbürste) wird als Abrasion bezeichnet, im Gegensatz dazu wird der Verlust durch direkten Zahn-zu-Zahn-Kontakt als Attrition definiert.

Auch diese Zahnhartsubstanzdefekte sollten möglichst minimalinvasiv versorgt werden. Zugleich sollten die Restaurationen eine langfristig stabile und ästhetisch zufriedenstellende Lösung darstellen. Für ein suffizientes Ergebnis ist nicht nur das

technische Know-How eine essenzielle Voraussetzung, sondern auch die Ursachenerkennung und -bekämpfung, um das Voranschreiten des Substanzverlustes zu verhindern und optimale Voraussetzungen für das Überleben der Restaurationen zu schaffen.

Zervikale Defekte

Typische Muster von Abrasionen sind sogenannte keilförmige Defekte. Sie sind oft bei Patienten mit einer falschen oder übermotivierten Zahnputztechnik vorzufinden. In Fällen wie diesen sollten Patienten über die richtigen Mundhygienetechniken informiert und instruiert werden. In der Literatur werden jedoch auch Parafunktionen und die daraus resultierenden Scherkräfte, die ihren Spannungshöhepunkt am Zahnhals finden, als mögliche Faktoren für das Auftreten von Zahnhalsdefekten beschrieben. Die genaue Ursache dieser Defekte ist jedoch noch immer nicht vollumfänglich geklärt [7].

Auch wenn keilförmige Defekte als gut zugängliche und einfach zu therapierende Läsionen erscheinen, weisen sie doch ihre Tücken auf. Die richtige Versorgungstechnik ist abhängig von der genauen Position und Ausdehnung des Defektes. Im Folgenden wird eine Technik beschrieben, welche die restaurative Therapie von subgingivalen oder epigingivalen Zahnhalsdefekten beschreibt (Abb. 6). Ein Vorteil dieses Vorgehens ist, dass zervikal keine oder nur wenige Überschüsse entstehen, sodass die Gingiva bei der Ausarbeitung kaum traumatisiert wird.

Merke:

Bevor mit dem eigentlichen Konditionieren der Oberfläche begonnen wird, sollte das zu versorgende Dentin mit einem Diamantschleifer oder einem Rosenbohrer angeraut werden, um das sklerosierte Dentin anzufrischen. In das freigelegte intertubuläre Dentin kann das Adhäsiv besser penetrieren als in sklerosiertes Dentin ohne vorherige Anfrischung [15].

Bisshebungstherapie

Bruxismus ist eine zumeist stressbedingte Parafunktion, welche sich vor allem durch nächtliches Pressen oder Knirschen der Zähne äußert. Über längere Zeit hinweg kann das Zähneknirschen nicht nur zu verkrampften und schmerzenden Massetern und Migräne führen, sondern auch zu einem Verlust gesunder Zahnhartsubstanz [16]. Das Ausmaß solch attritiver Schäden wird durch ein kombiniertes Auftreten mit erosiven Substanzen massiv verstärkt. Problematiken eines solchen Zahnhartsubstanzverlustes sind unter anderem der Verlust der Bisshöhe, erhöhte Sensibilitäten durch freiliegendes Dentin und eine eingeschränkte Ästhetik.

Bei generalisierten Defekten muss nach Ursachenerkennung das Ausmaß des Zahnschadens eingestuft werden, um die Therapie optimal planen zu können. Patienten fortgeschrittenen Alters können einen physiologischen Substanzverlust vorweisen, welcher nicht zwangsläufig therapiert werden muss.

Initiale Substanzverluste können in den meisten Fällen präventiv behandelt werden. Dies beinhaltet die Aufklärung des Patienten über die Ursache des Substanzverlustes und Instruktion zu einem zahnschonenderen Verhalten. Patienten, die unter nächtlichem Bruxismus leiden, kann eine Michiganschine angefertigt werden, um einem Fortschreiten des Substanzverlustes entgegenzuwirken.

Sind die Prozesse jedoch so weit vorangeschritten, dass okklusales Dentin freiliegt, ist es zu empfehlen, das Dentin abzudecken, um die verbliebene Zahnhartsubstanz zu schonen und Hypersensibilitäten zu verhindern. Als einfache, zweckmäßige und kostengünstigste Maßnahme zählt die Versiegelung der Okklusalfächen mit einem Sealer oder einem fließfähigen Komposit [17, 18]. Auch hier ist vor der Konditionierung darauf zu

achten, erodiertes bzw. abradiertes Dentin mit einem Feinkern-Diamantschleifer anzufrischen, um gute Haftwerte zu erzielen [19]. Vor allem das von Säuren erodierte Dentin weist viele freiliegende Kollagenfasern auf, welche die vollständige Penetration des Adhäsivs verhindern und somit den Hybridisierungsprozess beeinträchtigen [19].

Bei ausgeprägten Substanzverlusten mit einem Verlust der vertikalen Dimension kann eine Bisshebungstherapie indiziert sein. Die Bisshebungstherapie ist mit Komposit direkt und minimalinvasiv durchführbar. Es muss keine gesunde Zahnhartsubstanz geopfert werden. Die Therapie wird mit Übertragungsschienen durchgeführt, um die Formgebung der Kompositaufbauten zu erleichtern und eine Freihand-Modellation zu umgehen [20, 21]. In einer Fall-Kontroll-Studie von Attin und Mitarbeitern [22] konnten gute klinische Ergebnisse nach einer mittleren Beobachtungszeit von 5,5 Jahren gezeigt werden. Bisher unveröffentlichte Daten zeigen, dass die Ergebnisse einer direkten Bisshebungstherapie mit Komposit auch nach bis zu 11 Jahren klinisch stabil bleiben.

Ablauf

Vor der eigentlichen Bisshebung muss zu Beginn eine kariesfreie Situation geschaffen werden. Außerdem sind bukkale und orale Defekte im Rahmen der Vorbehandlung zu versorgen, um später eine optimale Trockenlegung mit Kofferdam durchführen zu können.

Nach diesen Vorarbeiten werden Alginatabformungen des Ober- und Unterkiefers vorgenommen und ein Bissregistrat hergestellt. Mit Hilfe eines Wax-ups kann zusammen mit dem Zahntechniker und Patienten die Zielrekonstruktion besprochen werden. Die neue vertikale Dimension wird vor allem durch die Ästhetik und den Platzbedarf bestimmt. Es ist abzuklären, ob die angestrebte Situation die Ruheschwebelage überragt bzw. ob der Biss um mehr als 5 mm erhöht wird. In diesen Fällen sowie bei vorliegenden

kraniomandibulären Dysfunktionen ist eine vorgängige Schienentherapie zur Adaptation der Kaumuskulatur indiziert [23].

Anhand des Wax-ups stellt der Zahntechniker Übertragungsschienen her. Diese Schienen sollen dazu verhelfen, die aufgewachste Modellsituation auf die Zähne intraoral zu übertragen. Dabei ist zu beachten, dass nicht das gesamte Modell mit Wachs aufgebaut wird. Um eine korrekte intraorale Repositionierung zu gewährleisten, können beispielsweise die Eckzähne und distalen Höcker der endständigen Seitenzähne als Abstützung sowie Referenzpunkte belassen werden. Die Ränder der Schiene sollten tief genug reichen, um einen stabilen Sitz sicherzustellen, aber die aufzubauenden Zähne nicht zu weit abdecken, um überschüssiges Komposit leicht entfernen zu können. Dies erleichtert die spätere Ausarbeitung der Aufbauten.

Merke

Übertragungsschienen sind herkömmliche oder individualisierte Tiefziehschienen, die innen mit einem weichbleibenden Silikon (beispielsweise einem durchsichtigem Bissregistraratmaterial) angefertigt werden können. Zu beachten ist, dass die Schienen möglichst durchsichtig gestaltet werden, um eine maximale Lichtdurchlässigkeit bei der Photopolymerisation zu ermöglichen.

Die Bisshebung wird unter absoluter Trockenlegung durchgeführt. Für ein effizientes Vorgehen können die Aufbauten an zwei nicht nebeneinander liegenden Zähnen gleichzeitig durchgeführt werden. Die Nachbarzähne werden mithilfe eines Teflonbandes isoliert und so vor überschüssigem Komposit geschützt. Nach adhäsiver Vorbehandlung wird eine dünne Schicht eines fließfähigen Komposits aufgetragen. Auf die nicht ausgehärtete Schicht Flowable wird direkt die mit Komposit befüllte Schiene aufgesetzt. Es

ist zu empfehlen, die mit Komposit gefüllte Schiene vorgängig auf einer Wärmeplatte lichtgeschützt vorzuwärmen. Dies macht das Komposit formbarer und erleichtert die Positionierung der Schiene. Überschüsse können bereits vor der Lichtpolymerisation mittels Heidemannspatel und Interdentalbürstchen entfernt werden. Nach der initialen Lichthärtung für ca. 5 s wird die Schiene abgenommen und noch vorhandene Überschüsse können mit einem gebogenen Skalpell entfernt werden. Es folgen die gründliche Lichthärtung, Ausarbeitung und Politur. Abbildung 7 beschreibt ein klinisches Fallbeispiel einer Bisshebungstherapie im Seitenzahnggebiet mit direkten Kompositaufbauten.

Nach dem Aufbau der Seitenzähne kann mit der Rekonstruktion der Frontzähne begonnen werden. Hierzu wird ein Schlüssel aus Silikonabformmaterial von der aufgewachsenen Situation angefertigt. Der längs der Inzisalkante halbierte Schlüssel kann zur Unterstützung der Formgebung von palatinal an die aufzubauenden Frontzähne angelegt werden. Nach der Vorbehandlung mit einem Adhäsivsystem wird zunächst die palatinale Rückwand aus einer dünnen Schicht Schmelzmasse aufgebaut. Danach werden mithilfe von transparenten Frontzahnmatrizen die approximalen Randleisten ebenfalls mit Schmelzmasse geformt. Die so entstandenen Kästen werden mit Dentinmasse gefüllt und nach Bedarf mit Malfarben charakterisiert. Hierbei ist darauf zu achten, genügend Platz für eine dünne bukkale Schicht aus Schmelzmasse zu lassen. Nach Ausarbeitung und Politur wird abschließend erneut eine Alginatabformung zur Herstellung einer Schutzschiene vorgenommen, die der Patient insbesondere nachts tragen soll. Abbildung 8 zeigt ein klinisches Fallbeispiel eines Frontzahnaufbaus nach erfolgter Bisshebung der Seitenzähne.

Reparaturfüllung

Die häufigste Ursache für den Austausch einer bestehenden Füllung ist das Auftreten von Sekundärkaries [24]. Doch auch Frakturen, ob innerhalb einer Füllung oder angrenzend an Zahnhartsubstanz, stellen einen typischen Grund für einen Misserfolg dar. Das Ersetzen einer defekten Füllung ist neben dem erhöhten Zeitaufwand auch mit einem weiteren Substanzverlust verbunden [25]. Um neue und immer größer werdende Restaurationen zu vermeiden, sollten Reparaturfüllungen in Betracht gezogen werden, anstatt die gesamte Restauration zu ersetzen. Dies führt nicht nur zu einer verlängerten Haltbarkeit der Rekonstruktion [26], sondern ebenfalls zu einer erhöhten Lebensdauer des betroffenen Zahnes. Klinische Studien bestätigen ebenfalls die Langlebigkeit von Reparaturen [27]. Damit entspricht die Reparaturfüllung als substanzschonende und defektorientierte Therapie der Methode der Wahl, um nur teilweise insuffiziente Rekonstruktionen wiederherzustellen.

Indikation

Eine Reparaturfüllung ist dann in Erwägung zu ziehen, wenn sich der diagnostizierte Defekt auf einen begrenzten Bereich beschränkt und die verbliebene Füllung intakt ist. Weitere Indikationen für Reparaturfüllungen sind verfärbte Füllungsråder, Form- und Farbkorrekturen sowie Randspalten.

Im Folgenden wird das Vorgehen einer Reparatur von Kompositfüllungen und die dafür empfohlenen Materialien erläutert.

Materialien

Die mechanische Vorbehandlung der Komposit-Substratoberfläche ist von entscheidender Bedeutung für einen suffizienten Reparaturhaftverbund. Die Ätzung mit

Phosphorsäure hat auf Komposit nicht dieselbe Wirkung wie auf Schmelz bzw. Dentin um die Oberfläche für die Reparatur geeignet zu konditionieren [28]. Auch die Anwendung von Flusssäure wird nicht empfohlen [29].

Diamantschleifer

Zur Erzeugung einer mikromechanischen Retention kann zum einen ein feinkörniger Diamant (mit einer Körnung von ca. 40 µm) verwendet werden [30]. Mit feinkörnigen Diamantschleifern werden bessere Haftwerte erreicht als bei der Vorbehandlung mit grobkörnigen Diamanten. Auf Makroretentionen, wie z. B. untersichgehende Präparationen, kann bei der Reparatur mit Komposit verzichtet werden; diese verbessern die Haftkräfte nicht [31].

Merke:

Die Extension des Defektrands bis in gesunde Zahnhartsubstanz ist bei Reparaturfüllungen nicht notwendig [32].

Sandstrahler

Im Vergleich zur Anrauhung mit einem Diamantschleifer werden bessere Haftwerte durch das Abstrahlen der zu reparierenden Oberfläche mit einem Sandstrahlgerät erzielt [29]. Sandstrahler können sowohl mit Aluminiumoxid (50 µm Partikelgröße) als auch mit Silikatbeschichteten Aluminiumoxidpartikeln (CoJet™, 3M; 30 µm Partikelgröße) angewendet werden. Das Abstrahlen des Komposits mit dem CoJet-System erzeugt nicht nur Mikroretentionen, sondern führt darüber hinaus zu einer Ablagerung von Silikatpartikeln auf der angerauten Oberfläche [33]. Bei der Verwendung eines Silans kann durch die Silikatpartikel eine zusätzliche chemische Haftung erzeugt werden.

Merke:

Die Matrize zur Gestaltung der Approximalfläche sollte erst nach dem Anrauen angebracht werden, da andernfalls auch die Matrize angeraut wird, was zu einer rauen approximalen Kompositoberfläche führt.

Silan

In diversen Studien wurde die Silanisierung einer zu reparierenden Kompositfüllung untersucht [34, 35, 36]. Die Studie von Hisamatsu und Mitarbeitern [35] berichtet über einen höheren Widerstand gegen Scherkräfte bei silanisierten Proben als bei nicht-silanisierten Proben. Diese Ergebnisse wurden auch von Wiegand und Mitarbeitern [36] bestätigt. Der Hauptgrund hierfür ist die Erhöhung der Benetzbarkeit von angerauten Oberflächen bei der Anwendung eines Silans. Daraus resultiert, dass die Haftwerte des Adhäsivsystems verbessert werden [35].

Vorgehen

Im Folgenden wird ein Vorgehen für die Komposit-Reparatur empfohlen, welches auf kombinierten Ergebnissen verschiedener Studien basiert.

Befindet sich eine Fraktur innerhalb einer Kompositfüllung, kann nach erfolgter Reinigung und Trockenlegung mittels Kofferdam die zu reparierende Oberfläche mit einem Sandstrahler angeraut werden. Die 30-50 µm großen Partikel werden für ca. 10-15 s möglichst rechtwinklig auf die Oberfläche gestrahlt und anschließend mit Wasser abgesprüht. Ein kurzes Ätzen mit Phosphorsäure hat eine zusätzliche reinigende Wirkung [34], wodurch die Haftkräfte nochmals erhöht werden können [37]. Darauf folgt die Benetzung des Komposits mit einem Silan, welches anschließend verblasen wird.

Die optimale Einwirkzeit des Silans beträgt 60 s, eine längere Applikationszeit bringt keine verbesserte Haftwerte mit sich [38]. Es folgt die Anwendung eines Adhäsivsystems, um eine adäquate Verbindung zwischen den Kompositschichten sicherzustellen [35] und die Reparatur durch Komposit.

Grenzt die zu reparierende Fläche an Zahnhartsubstanz, muss diese ebenfalls entsprechen konditioniert werden. Zunächst werden Schmelzränder angeschrägt. Anschließend erfolgt das Sandstrahlen des Komposits. Erst danach werden Schmelz und gegebenenfalls freiliegendes Dentin mit Phosphorsäure geätzt, da im umgekehrten Fall (Sandstrahlen nach Ätzen) das Ätzmuster zerstört würde [39, 40]. Ist das Komposit abgestrahlt und die Zahnhartsubstanz geätzt, wird das Silan auf die Kompositoberfläche appliziert. Nach entsprechender Einwirkzeit wird das Adhäsivsystem auf die gesamte Oberfläche aufgetragen und der Kompositaufbau vorgenommen (Abb. 9).

Eine Übersicht über den Ablauf einer Füllungsreparatur, sowohl innerhalb des Komposits als auch angrenzend an Zahnhartsubstanz, wird in Abbildung 10 gegeben.

Schlussfolgerungen

Neben Karies befasst man sich in der heutigen präventiven und restaurativen Zahnerhaltung zunehmend mit multifaktoriell verursachten nicht-kariösen Defekten. Moderne Adhäsivtechniken und Füllungsmaterialien sind entscheidende Hilfsmittel bei der Wiederherstellung der oralen Gesundheit, Funktion und Ästhetik. Das Indikationsspektrum für direkte Restaurationen hat sich soweit erweitert, dass in vielen Fällen auf indirekte Restaurationen und dafür notwendige Präparationsmaßnahmen verzichtet werden kann. Mit direkten Kompositen und einem rein additiven Vorgehen ist es möglich, auch umfangreiche Versorgungen durchzuführen. Für einen langfristigen Zahnerhalt sind die Aufklärung der Patienten und die Prävention von kariösen und nicht-kariösen Läsionen wichtige Voraussetzungen.

Kernaussagen

- Ziel der restaurativen Zahnerhaltung ist die maximale Zahnhartsubstanzschonung, um die Integrität des Zahnes möglichst zu bewahren.
- Die Kariesinfiltration schließt die therapeutische Lücke zwischen Prävention und restaurativer Therapie. Mit dieser mikroinvasiven Methode kann das Fortschreiten initialer Läsionen zum Stillstand gebracht werden.
- Tunnelpräparationen stellen technisch anspruchsvolle minimalinvasive Präparationsformen dar, mit denen gesunde Zahnhartsubstanz geschont werden kann.
- Nicht-kariöse Defekte gewinnen in der westlichen Bevölkerung zunehmend an Bedeutung. Für eine langfristig erfolgreiche Therapie ist nicht nur die Versorgung der Defekte von Bedeutung, sondern auch die Abklärung der Ursachen und die Aufklärung des Patienten.
- Eine Bisshebungstherapie kann mit direkten Kompositaufbauten rein additiv und ohne Präparationsmaßnahmen durchgeführt werden.
- Reparaturen sind ein wesentlicher Bestandteil eines minimalinvasiven Behandlungskonzeptes.

Literaturverzeichnis

- [1] Federlin M, Blunck U, Frankenberger R et al. S1-Handlungsempfehlung Kompositrestaurationen im Seitenzahnbereich. 2016
- [2] Verde AV, Ramos MMD, Stoneham AM. Benefits in cost and reduced discomfort of new techniques of minimally invasive cavity treatment. J Dent Res 2009; 88: 297-299
- [3] Paris S, Meyer-Lueckel H. Infiltrants inhibit progression of natural caries lesions in vitro. J Dent Res 2010; 89: 1276-1280
- [4] Meyer-Lueckel H, Bitter K, Paris S. Randomized controlled clinical trial on proximal caries infiltration: three-year follow-up. Caries Res 2012; 46: 544-548
- [5] Meyer-Lückel H, Paris S. Kariesinfiltration. Zahnmed up2date 2011; 5: 323-340
- [6] McCulloch AJ, Smith BG. In vitro studies of cuspal movement produced by adhesive restorative materials. Br Dent J 1986; 161: 405-409
- [7] Hellwig E, Klimek J, Attin T. Einführung in die Zahnerhaltung. 6. Aufl. Köln: Dtsch Ärzte-Verl GmbH; 2013
- [8] Mount GJ. Minimal intervention dentistry: rationale of cavity design. Oper Dent 2003; 28: 92-99
- [9] Fasbinder DJ, Davis RD, Burgess JO. Marginal ridge strength in Class II tunnel restorations. Am J Dent 1991; 4: 77-82
- [10] Strand GV, Tveit AB, Gjerdet NR et al. Marginal ridge strength of teeth with tunnel preparations. Int Dent J 1995; 45: 117-123
- [11] Ji W, Chen Z, Frencken JE. Strength of tunnel-restored teeth with different materials and marginal ridge height. Dent Mater 2009; 25: 1363-1370

- [12] Pyk N, Mejàre I. Tunnel restorations in general practice. Influence of some clinical variables on the success rate. *Acta Odontol Scand* 1999; 57: 195-200
- [13] Papa J, Cain C, Messer HH et al. Tunnel restorations versus Class II restorations for small proximal lesions: a comparison of tooth strengths. *Quintessence Int* 1993; 24: 93-98
- [14] Schiffner U. Karies. Wissenschaft und klinische Praxis. Stuttgart: Thieme; 2012
- [15] Camargo MA, Roda MI, Marques MM et al. Micro-tensile bond strength to bovine sclerotic dentine: influence of surface treatment. *J Dent* 2008; 36: 922-927
- [16] Ommerborn MA. Bruxismus: Prävalenz und Risikofaktoren. *Zahnmed up2date* 2013; 7: 581-605
- [17] Wegehaupt F, Jorge F, Attin T et al. Influence of Shortened Light-curing Duration on the Potential of Resin-based Surface Sealants to Prevent Erosion. *Oral Health Prev Dent* 2017; 15: 79-87
- [18] Wegehaupt FJ, Tauböck TT, Attin T. Durability of the anti-erosive effect of surfaces sealants under erosive abrasive conditions. *Acta Odontol Scand* 2013; 71: 1188-1194
- [19] Deari S, Wegehaupt FJ, Tauböck TT et al. Influence of different pretreatments on the microtensile bond strength to eroded dentin. *J Adhes Dent* 2017; 19: 147-155
- [20] Attin T, Tauböck TT. Direkte adhäsive Kompositrestaurationen zur Rekonstruktion erosiver Zahnhartsubstanzdefekte. *Swiss Dent J* 2016; 127: 131-143
- [21] Tepper SA, Schmidlin PR, Privatpraxis B et al. Ein Fallbericht. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2005; 115: 35
- [22] Attin T, Filli T, Imfeld C et al. Composite vertical bite reconstructions in eroded dentitions after 5.5 years: a case series. *J Oral Rehabil* 2012; 39: 73-79
- [23] Abduo J, Lyons K. Clinical considerations for increasing occlusal vertical dimension: a review. *Aust Dent J* 2012; 57: 2-10

- [24] Mjör IA, Moorhead JE, Dahl JE. Reasons for replacement of restorations in permanent teeth in general dental practice. *Int Dent J* 2000; 50: 361-366
- [25] Brantley CF, Bader JD, Shugars DA et al. Does the cycle of reresoration lead to larger restorations. *J Am Dent Assoc* 1995; 126: 1407-1413
- [26] Fernández E, Martín J, Vildósola P et al. Can repair increase the longevity of composite resins? Results of a 10-year clinical trial. *J Dent* 2015; 43: 279-286
- [27] Estay J, Martín J, Viera V et al. 12 years of repair of amalgam and composite resins: A clinical study. *Oper Dent* 2018; 43: 12-21
- [28] Lucena-Martín C, González-López S, Navajas-Rodríguez de Mondelo JM. The effect of various surface treatments and bonding agents on the repaired strength of heat-treated composites. *J Prosthet Dent* 2001; 86: 481-488
- [29] Rodrigues SA, Ferracane JL, Della Bona A. Influence of surface treatments on the bond strength of repaired resin composite restorative materials. *Dent Mater* 2009; 25: 442-451
- [30] Valente LL, Silva MF, Fonseca AS et al. Effect of diamond bur grit size on composite repair. *J Adhes Dent* 2015; 17: 257-263
- [31] Frankenberger R, Roth S, Krämer N et al. Effect of preparation mode on Class II resin composite repair. *J Oral Rehabil* 2003; 30: 559-564
- [32] Frankenberger R, Krämer N, Ebert J et al. Fatigue behavior of the resin-resin bond of partially replaced resin-based composite restorations. *Am J Dent* 2003; 16: 17-22
- [33] Özcan M. The use of chairside silica coating for different dental applications: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2002; 87: 469-472
- [34] Fawzy AS, El-Askary FS, Amer MA. Effect of surface treatments on the tensile bond strength of repaired water-aged anterior restorative micro-fine hybrid resin composite. *J Dent* 2008; 36: 969-976

- [35] Hisamatsu N, Atsuta M, Matsumura H. Effect of silane primers and unfilled resin bonding agents on repair bond strength of a prosthodontic microfilled composite. J Oral Rehabil 2002; 29: 644-648
- [36] Wiegand A, Stawarczyk B, Buchalla W et al. Repair of silorane composite - using the same substrate or a methacrylate-based composite. Dent Mater 2012; 28: e19-25
- [37] Wendler M, Belli R, Panzer R et al. Repair bond strength of aged resin composite after different surface and bonding treatments. Materials (Basel) 2016; 9
- [38] Pilo R, Brosh T, Geron V et al. Effect of silane reaction time on the repair of a nanofilled composite using tribochemical treatment. J Adhes Dent 2016; 18: 125-134
- [39] Hannig C, Hahn P, Thiele PP et al. Influence of different repair procedures on bond strength of adhesive filling materials to etched enamel in vitro. Oper Dent 2003; 28: 800-807
- [40] Roeder LB, Berry EA, You C et al. Bond strength of composite to air-abraded enamel and dentin. Oper Dent 1995; 20: 186-190

Schlüsselwörter

- Minimalinvasiv
- Direkte Kompositrestauration
- Infiltration
- Tunnelierung
- Bisshebung
- Reparaturfüllung

Über die Autoren

ZÄ Ramona Rothmeier

2012-2017 Studium der Zahnmedizin an der Universität Zürich. Seit 2017 Assistenz Zahnärztin (Bereich Kariologie) an der Klinik für Präventivzahnmedizin, Parodontologie und Kariologie am Zentrum für Zahnmedizin der Universität Zürich.

Prof. Dr. med. dent. Thomas Attin

1984-1989 Studium der Zahnmedizin an der Philipps-Universität Marburg. 1989-1990 Wissenschaftlicher Angestellter in der Abteilung für Zahnerhaltung und Parodontologie der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg. 1991 Promotion. 1993-1999 Funktionsoberarzt in der Abteilung Poliklinik für Zahnerhaltung der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Brsg. 1997 Habilitation. 1999-2000 Kommissarischer Leiter der Abteilung für Zahnerhaltung und Parodontologie der Freien Universität Berlin. 2000-2006 Direktor der Abteilung für Zahnerhaltung, Präventive Zahnheilkunde und Parodontologie der Georg-August-Universität Göttingen. 2001-2005 Geschäftsführender Leiter des Zentrums Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Georg-August-Universität Göttingen. Seit 2006 Direktor der Klinik für Präventivzahnmedizin, Parodontologie und Kariologie der Universität Zürich. Seit 2013 Vorsteher des Zentrums für Zahnmedizin der Universität Zürich sowie Prodekan Zahnmedizin der Medizinischen Fakultät.

PD Dr. med. dent. Tobias Tauböck

2002-2007 Studium der Zahnmedizin an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg. 2008-2013 Assistenz Zahnarzt an der Klinik für Präventivzahnmedizin, Parodontologie und Kariologie am Zentrum für Zahnmedizin der Universität Zürich. 2008 Promotion. Seit 2013 Oberarzt an der Klinik für Präventivzahnmedizin, Parodontologie und Kariologie am Zentrum für Zahnmedizin der Universität Zürich. 2016 Habilitation und Venia Legendi. Seit

2017 Leiter Bereich Kariologie der Klinik für Präventivzahnmedizin, Parodontologie und Kariologie am Zentrum für Zahnmedizin der Universität Zürich. Seit 2018 Wissenschaftlicher Abteilungsleiter der Klinik für Präventivzahnmedizin, Parodontologie und Kariologie am Zentrum für Zahnmedizin der Universität Zürich.

Korrespondenzadresse:

Klinik für Präventivzahnmedizin, Parodontologie und Kariologie

Zentrum für Zahnmedizin der Universität Zürich

Plattenstrasse 11

8032 Zürich

Schweiz

E-Mail: ramona.rothmeier@zzm.uzh.ch

Bildlegenden

Abb. 1 Klinisches Fallbeispiel einer Infiltration (Icon, DMG). **a** Röntgenbild der Ausgangssituation (C2-Läsion am Zahn 24 distal). **b** Separation der gereinigten Zähne mit Separierkeil. **c** Salzsäureätzung (Icon-Etch) durch die perforierte Applikationsfolie des Approximal-Tips (grüne Seite weist zum behandelten Zahn). **d** Nach 2 min Ätzzeit und anschließendem Absprühen mit Wasser folgt die Trocknung des Zahnes mit Alkohol (Icon-Dry) und Luft für 30 s. **e** Infiltration (Icon-Infiltrant) mit neuem Approximal-Tip (3 min). **f** und **g** Nach Entfernen der Applikationsfolie. Überschüsse werden mit Zahnseide entfernt und der Infiltrant wird mind. 40 s lichtgehärtet. Anschließend werden die Schritte **e** bis **g** wiederholt, jedoch mit einer verkürzten Infiltrationszeit von einer Minute. **h** Schlusssituation nach erfolgter Infiltration.

Abb. 2 Anwendung eines oszillierenden Präparationsaufsatzes (SONICsys, KaVo) zur Ansrägung der approximalen Schmelzränder. Die diamantierte Seite zeigt zum behandelten Zahn, der Nachbarzahn bleibt durch die nicht-diamantierte Rückseite geschützt.

Abb. 3 Beispiel einer Tunnelpräparation. **a** Röntgenbild der Ausgangssituation (C3-Läsion an Zahn 16 distal). **b** Ausgangssituation intraoral. **c** Applikation einer verkeilten Schutzmatrize aus Stahl. **d** Okklusaler Zugang zur Karies unter Erhaltung der Randleiste. **e** Kariesexkavation durch den okklusalen Zugang. **f** und **g** Status nach Kariesexkavation. Durchgängige Tunnelierung der okklusalen Kavität nach approximal sichtbar. **h** Phosphorsäureätzung von Schmelz und Dentin. **i** Nach Applikation des Adhäsivsystems (OptiBond FL, Kerr) folgt die Füllung der Kavität mit einem fließfähigem Bulk-Fill-Komposit (SDR flow, Dentsply Sirona). Das Komposit kann vor der Lichthärtung mit einer feinen

Sonde an der approximalen Kavitätenöffnung verteilt werden, um Bläschen zu verhindern und dichte Füllungsråder zu gewährleisten. **j** Zustand nach Füllung mit erstem Basisinkrement bis ca. 2 mm unterhalb des okklusalen Kavitätenrandes. **k** Zweites Inkrement als Deckschicht aus einem stopfbarem Komposit, da dieses bessere mechanische Eigenschaften aufweist und somit abrasionsstabiler ist. **l** Ausarbeitung der approximalen Fläche der Füllung mit Hilfe eines Polierstreifens. **m** Fertige Füllung mit intakter Randleiste.

Abb. 4 Erosionen exogener Ursache. Der Patient berichtete, über zehn Jahre täglich 1,5-2 Liter säurehaltige Süßgetränke über den Tag verteilt getrunken zu haben. **a** An den vestibulären Flächen der Oberkieferfrontzähne sind die Erosionen soweit fortgeschritten, dass das sklerosierte Pulpakavum sichtbar ist. **b** Klassisches Verteilungsmuster exogener Erosionen an den Okklusal- und Bukkalflächen der Zähne.

Abb. 5 Erosionen intrinsischer Ursache. **a** Oberkieferfrontzähne eines Patienten mit saurem Reflux. Inzisal besteht lediglich die labiale Schmelzschicht, von palatinal sind Schmelz und Dentin durch die Magensäure erodiert. **b** Oberkiefer eines Patienten, welcher Bulimiebedingte Erosionen an den Palatinalflächen der Frontzähne und Okklusalfächen der Seitenzähne aufweist.

Abb. 6 Zahnhsfüllung mit Hilfe einer modifizierten metallischen Ringmatrize bei subgingival liegendem Kavitätenrand. **a** Ausgangssituation bei einem 68-jährigen Patienten mit multiplen keilförmigen Defekten. **b** Nach Anfrischung des Dentins mit einem Feinkorn-Diamantschleifer wird ein Faden zur Trockenlegung in den Sulkus appliziert. **c** Eine tiefgreifende, zirkuläre Metallmatrize (AutoMatrix®, Dentsply Sirona) wird über den Zahn gestülpt, sodass der untere Rand der Matrize so exakt wie möglich am zervikalen

Kavitätenrand angrenzt. Mit einem grobkörnigen Diamanten wird die Matrize vom oberen Rand aus U-förmig eingekürzt, sodass ein direkter Blick auf die Kavität gewährleistet ist. Der obere Rand der Matrize reicht aber noch ca. 2 mm supragingival, um eine Stufenhebung zu ermöglichen. **d** Ansicht von okklusal: die Matrize ist tiefer als die Defektgrenze zu setzen, um einen dichten Füllungsrand zu garantieren. Ein Verkeilen der Matrize sorgt für eine zusätzliche Abdichtung. **e** Schmelzätzung. **f** Nach Dentinätzung und Applikation des Adhäsivsystems (OptiBond FL, Kerr). **g** Der Kavitätenboden wird mit einem fließfähigen Bulk-Fill-Komposit im Rahmen der Stufenhebung gefüllt (SDR flow, Dentsply Sirona). Bulk-Fill-Materialien eignen sich hierfür besonders, da mit ihnen dieser Schritt mit nur einem Inkrement durchgeführt werden kann. **h** Zustand nach Entfernen der Matrize. Die Füllung wurde auf ein supragingivales Niveau gebracht. Da die Matrize nicht dem Zahn entlang verläuft, sondern von diesem etwas absteht, ist die hochgezogene Stufe nach bukkal etwas überextendiert. Bei guter Erreichbarkeit der verbliebenen Kavität kann die Füllung auch ohne Entfernung der Matrize zu Ende gelegt werden, um eine mögliche Kontamination mit Blut zu vermeiden. **i** Fertige Kompositrestauration.

Abb. 7 Klinisches Beispiel einer Bisshebungstherapie im Seitenzahngebiet. **a** Ausgangssituation einer Patientin mit kombinierten Erosions- und Abrasionsdefekten. **b** Oberkiefermodell mit Wax-up. **c** Isolation der Nachbarzähne mittels Teflonband. Die Zähne 17 und 15 werden in einem Schritt aufgebaut. **d** Platzierte Schiene mit vorgewärmtem Komposit. Überschüssiges Komposit kann bereits vor der Lichthärtung entfernt werden. **e** Initiale Lichthärtung für 3-5 s. **f** Nach Abnahme der Übertragungsschiene können weitere Überschüsse mit einem Skalpell entfernt werden. Anschließend erfolgt die vollständige Polymerisation. **g** Grob ausgearbeitete Kompositaufbauten des ersten Quadranten. **h** Schlusssituation des gesamten Kiefers.

Abb. 8 Klinisches Beispiel eines Frontzahnbaus. **a** Ausgangssituation. **b** Wax-up der Frontzähne mit Silikonschlüssel. **c** Nach adhäsiver Vorbehandlung erfolgt die Anfertigung der palatinalen Rückwände aus Schmelzmasse. **d** Aufbau der approximalen Randleisten aus einer dünnen Schicht Schmelzmasse mit Hilfe von transparenten Frontzahnmatrizen. **e** Die vorbereiteten Kästen werden mit Dentinmasse gefüllt. **f** Charakterisierung der Inzisalkanten mit Malfarben. **g** Abschließendes Inkrement aus Schmelzmasse. **h** Schlusssituation.

Abb. 9 Reparaturfüllung aufgrund von Sekundärkaries. **a** Ausgangsröntgenbild einer 36-jährigen Patientin. Neben C3- und C4-Läsionen ist eine Sekundärkaries an Zahn 16 mesial erkennbar. **b** Ausgangssituation intraoral. Die distale Karies wurde zwischenzeitlich mit einer Kompositfüllung versorgt, mesial liegt die alte Kompositrestauration. **c** Darstellung der Sekundärkaries durch eine Slot-Präparation im approximalen Bereich der Kompositfüllung. **d** Nach Exkavation der Karies und Anschrägung des Schmelzes. **e** Die verbliebene Kompositfüllung wird in jenen Bereichen, die eine Haftfläche für die neue Füllung darstellen, mit einem Sandstrahlgerät (CoJet™, 3M) angeraut. **f** Applikation einer transparenten Matrize, inklusive Separierkeil und Spannring. **g** Ätzen der Zahnhartsubstanz. Die Phosphorsäure kann auch auf das alte Komposit aufgetragen werden, um einen zusätzlichen reinigenden Effekt zu erzielen. **h** Silanapplikation für 60 s (Monobond Plus, Ivoclar Vivadent), gefolgt von Primer und Adhäsiv (OptiBond FL, Kerr). **i** Füllung vor Ausarbeitung und Politur. **j** Fertige Reparaturfüllung.

Abb. 10 Schematischer Ablauf einer Reparaturfüllung mit und ohne Beteiligung der Zahnhartsubstanz.

CME-Fragen

1. Welche Aussage zur Kariestherapie ist korrekt?

- a) Das Ziel einer interventionellen Therapie ist die Wiederherstellung der Mundhygienefähigkeit.
- b) Kommt es zu einer Demineralisation des Schmelzes, kann eine Läsionen nicht mehr remineralisieren.
- c) Sobald die Läsion röntgenologisch bis ins Dentin vorgedrungen ist, ist die oberflächliche Schmelzschicht sicher eingebrochen.
- d) Ist eine Demineralisation bereits im Röntgenbild sichtbar, ist eine non-invasive Therapie nicht mehr angezeigt.
- e) Bei Patienten mit einem erhöhten Kariesrisiko müssen bereits initiale Schmelzläsionen restaurativ therapiert werden.

2. Warum kam es in der westlichen Bevölkerung zu einem Kariesrückgang?

- a) Elimination der säureproduzierenden Mikroorganismen durch den Einsatz von Antibiotika.
- b) Reduzierter Verzehr von Süßigkeiten.
- c) Gesteigerte Präventionsmaßnahmen mittels Fluoridierung.
- d) Verbesserte Mundhygienemittel.
- e) Verdoppelung der Fluoridkonzentration in Zahnpasten.

3. Bis zu einschließlich welchem röntgenologischen Grad ist die Therapie einer Karies mit einer Infiltration indiziert?
- a) C1
 - b) C2
 - c) D1
 - d) D2
 - e) Nur präventiv an kariesfreien Zähnen anwendbar.
4. Mit welcher Säure ist ein Zahn vor einer Infiltration zu konditionieren?
- a) Flusssäure
 - b) 35%ige Phosphorsäure
 - c) 65%ige Phosphorsäure
 - d) Salzsäure
 - e) Ascorbinsäure
5. Welche Aussage zu Tunnelpräparationen ist korrekt?
- a) Die Tunnelierung erfolgt unterhalb des Kontaktpunktes in bucco-oraler Richtung, um die Randleiste zu erhalten.
 - b) Tunnelpräparationen sind vor allem bei initialer Schmelzkaries sinnvoll.
 - c) Bei der Tunnelpräparation sollte die verbliebene Randleistenstärke mindestens 2 mm betragen.
 - d) Bei der Tunnelierung wird pulpanahes Dentin besonders geschont.
 - e) Das Ausmaß der Tunnelierung hängt vom Kariesrisiko des Patienten ab.

6. Welche Aussage trifft für keilförmige Defekte zu?

- a) Abrasion gilt als die einzige Ursache für keilförmige Defekte.
- b) Es gibt keine Indikation diese Defekte restaurativ zu versorgen.
- c) Das freiliegende Dentin weist eine besonders raue Oberflächenstruktur auf und bildet eine optimale Grundlage für einen starken Haftverbund.
- d) Keilförmige Defekte sind typische Folgen von Attritionen.
- e) Keilförmige Defekte können durch fehlerhaftes Zähneputzen entstehen.

7. Weshalb sollte sklerosiertes Dentin vor der Füllungslegung mechanisch angefrischt werden?

- a) Für ein besseres ästhetisches Ergebnis der restaurativen Versorgung.
- b) Um die Penetration des Adhäsivs in das Dentin zu verbessern.
- c) Um die Komposit-Farbbestimmung besser durchführen zu können.
- d) Zur Erzeugung von Makroretentionen.
- e) Um sicherzustellen, dass der Bereich kariesfrei ist.

8. Was trifft auf die Bisshebungstherapie zu?

- a) Die Lichtdurchlässigkeit der Übertragungsschiene spielt keine Rolle.
- b) Die Versorgung kariöser Defekte sollte im gleichen Schritt vorgenommen werden wie die okklusalen Aufbauten.
- c) Die Ursache des Bisshöhenverlustes ist vor Beginn der Bisshebung abzuklären und zu therapieren.
- d) Durch die Veränderung der Bisshöhe darf in keinem Fall auf eine vorgängige Schienentherapie verzichtet werden.
- e) Je fester das Komposit, desto genauer ist die Positionierung der Übertragungsschiene.

9. Welche Funktion erfüllt das Teflonband bei einer Bisshebungstherapie?

- a) Trockenlegung.
- b) Schutz der Nachbarzähne vor überschüssigem Komposit.
- c) Positionierungshilfe für die Übertragungsschiene.
- d) Überprüfung der neu geschaffenen Okklusionskontakte.
- e) Erleichterung der Modellation.

10. Wie sollten Kompositoberflächen im Rahmen von Reparaturfüllungen vorbehandelt werden um einen möglichst guten Haftverbund zu erzielen?

- a) Anschleifen mit einem grobkörnigen Diamanten.
- b) Ätzen mit Flusssäure.
- c) Abstrahlen mit Aluminiumoxid-Pulver.
- d) Abstrahlen mit Glycin-Pulver.
- e) Abstrahlen mit Natriumbicarbonat-Pulver.



Abbildung 1 Klinisches Fallbeispiel einer Infiltration (Icon, DMG). **a** Röntgenbild der Ausgangssituation (C2-Läsion am Zahn 24 distal).



Abbildung 1b: Separation der gereinigten Zähne mit Separierkeil.



Abbildung 1c: Salzsäureätzung (Icon-Etch) durch die perforierte Applikationsfolie des Approximal-Tips (grüne Seite weist zum behandelten Zahn).



Abbildung 1d: Nach 2 min Ätzzeit und anschließendem Absprühen mit Wasser folgt die Trocknung des Zahnes mit Alkohol (Icon-Dry) und Luft für 30 s.



Abbildung 1e: Infiltration (Icon-Infiltrant) mit neuem Approximal-Tip (3 min).



Abbildung 1 f: Nach Entfernen der Applikationsfolie. Überschüsse werden mit Zahnseide entfernt und der Infiltrant wird mind. 40 s lichtgehärtet. Anschließend werden die Schritte e bis g wiederholt, jedoch mit einer verkürzten Infiltrationszeit von einer Minute.

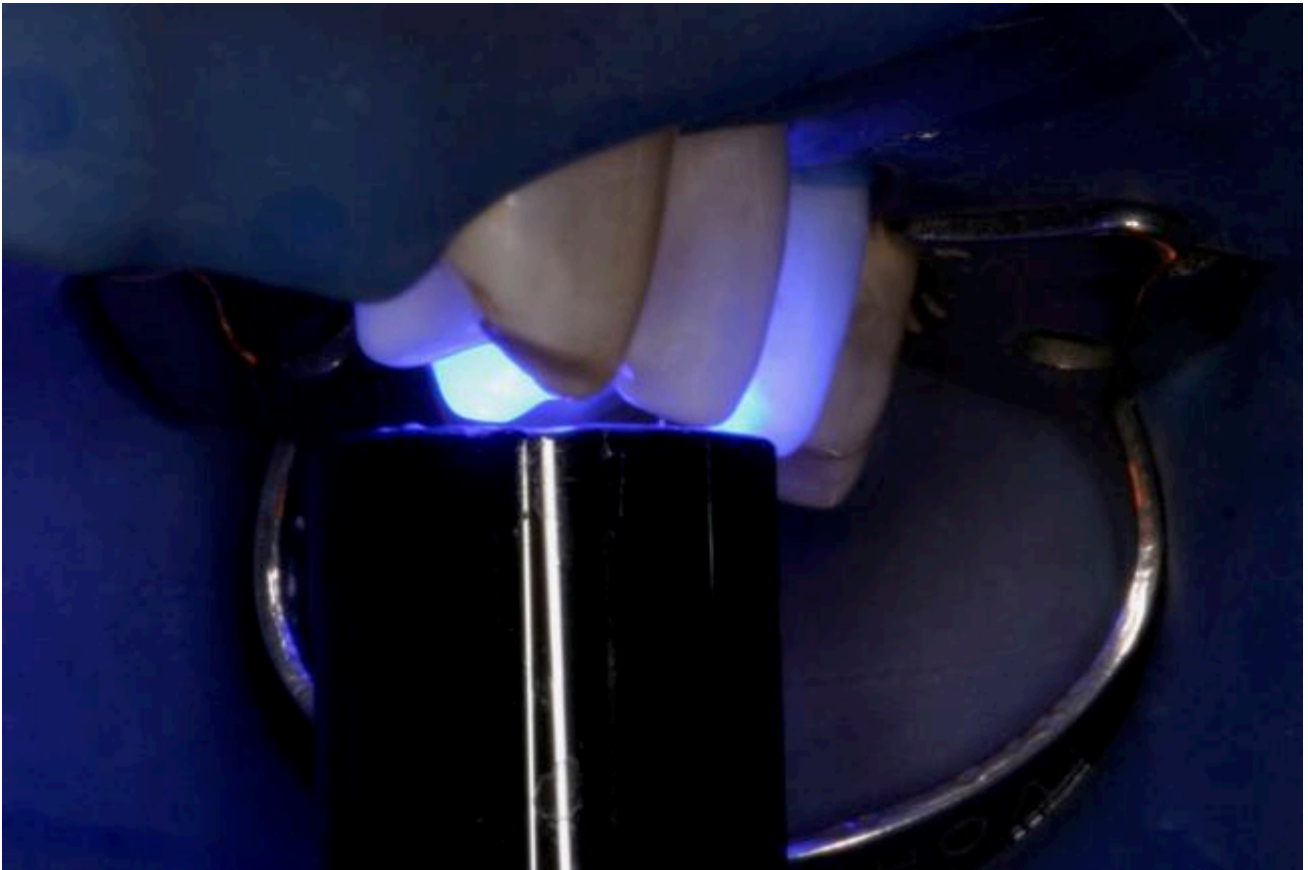


Abbildung 1 g: Nach Entfernen der Applikationsfolie. Überschüsse werden mit Zahnseide entfernt und der Infiltrant wird mind. 40 s lichtgehärtet. Anschließend werden die Schritte e bis g wiederholt, jedoch mit einer verkürzten Infiltrationszeit von einer Minute.



Abbildung 1h: Schlusssituation nach erfolgter Infiltration.



Abbildung 2: Anwendung eines oszillierenden Präparationsaufsatzes (SONICsys, KaVo) zur Anshrägung der approximalen Schmelzränder. Die diamantierte Seite zeigt zum behandelten Zahn, der Nachbarzahn bleibt durch die nicht-diamantierte Rückseite geschützt.

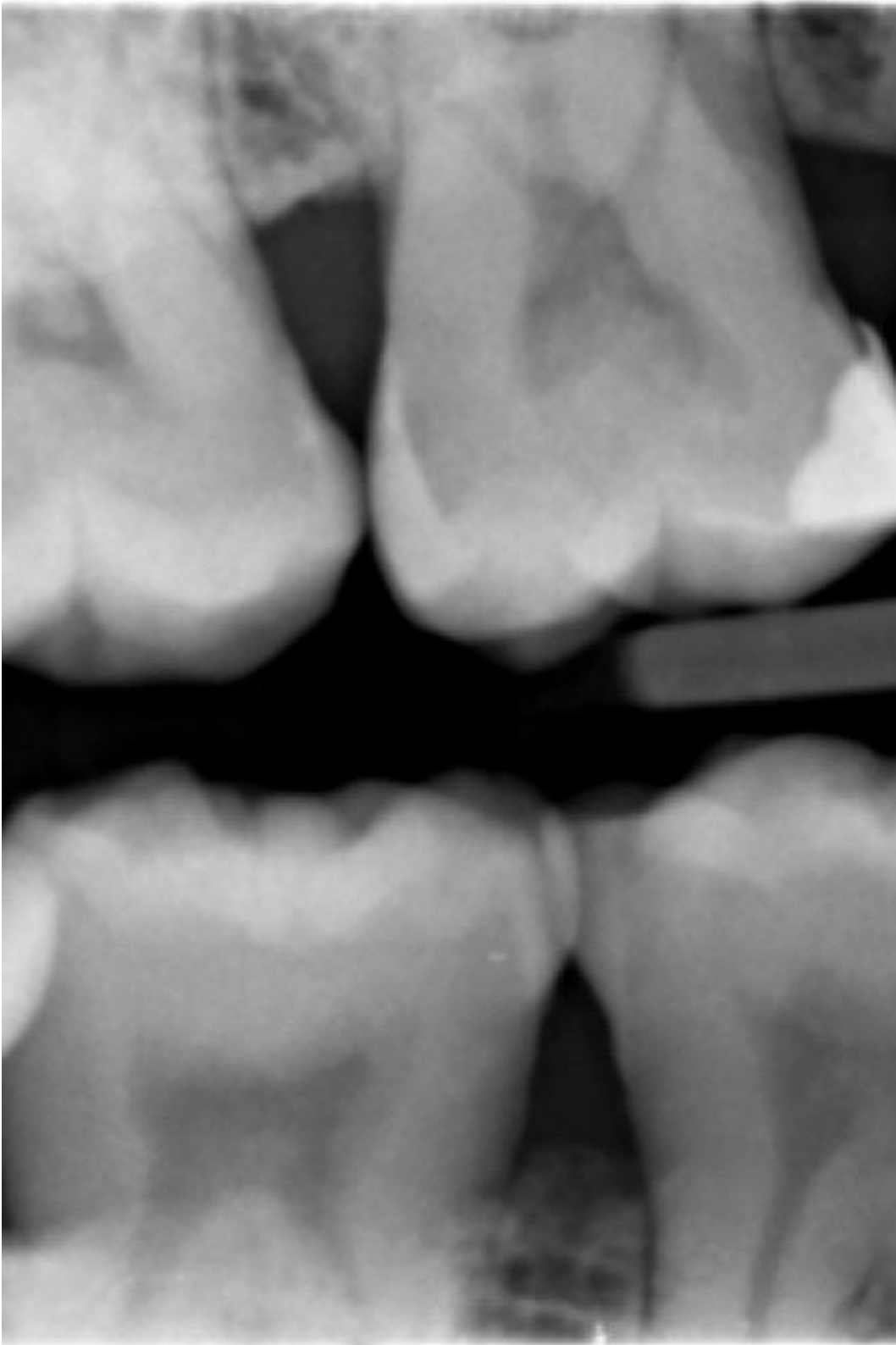


Abbildung 3 Beispiel einer Tunnelpräparation. **a** Röntgenbild der Ausgangssituation (C3-Läsion an Zahn 16 distal).



Abbildung 3b: Ausgangssituation intraoral.



Abbildung 3c: Applikation einer verkeilten Schutzmatrize aus Stahl.



Abbildung 3d: d Okklusaler Zugang zur Karies unter Erhaltung der Randleiste.

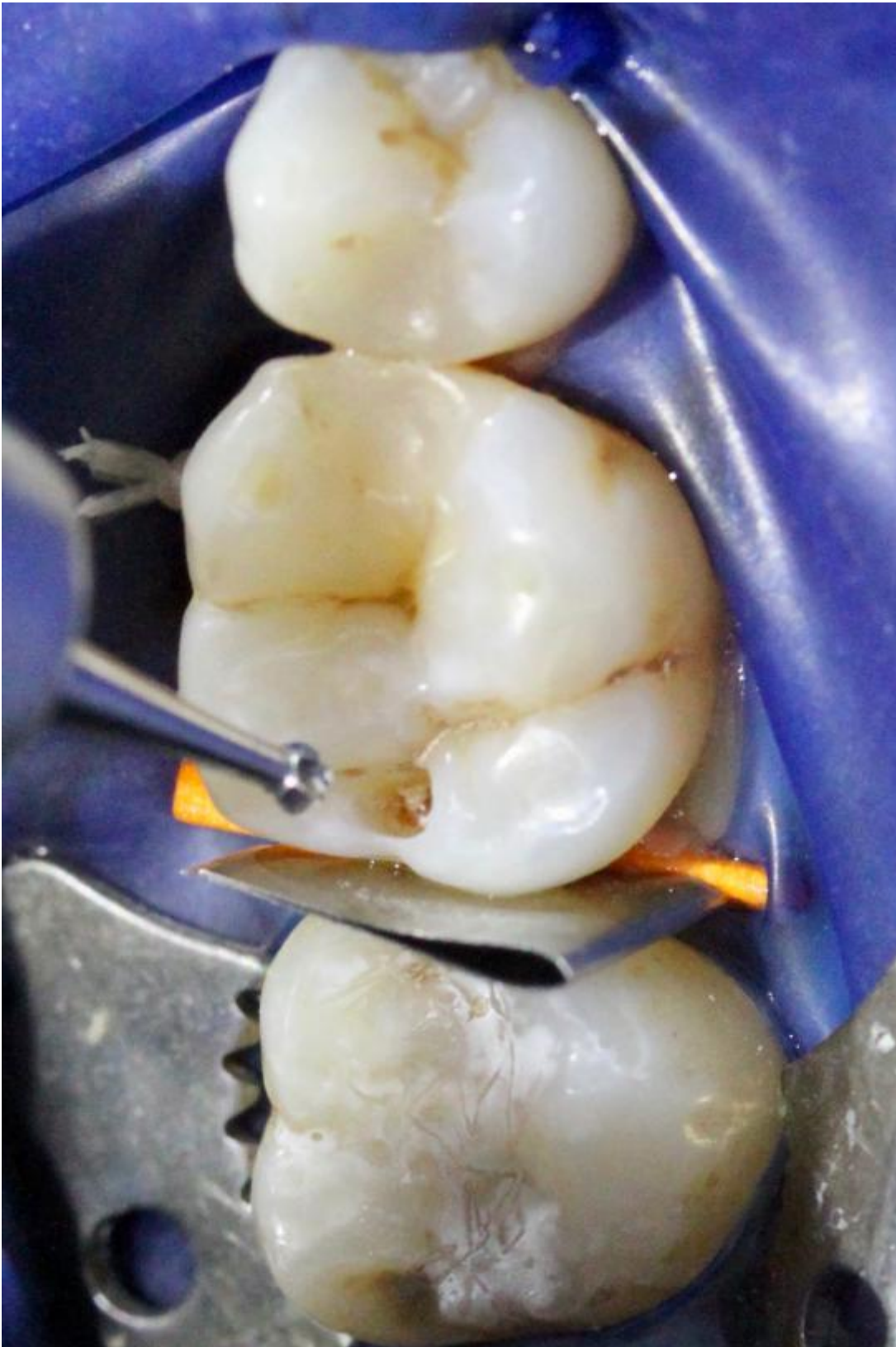


Abbildung 3e: Kariesexkavation durch den okklusalen Zugang.



Abbildung 3f: Status nach Kariesexkavation. Durchgängige Tunnelierung der okklusalen Kavität nach approximal sichtbar.



Abbildung 3g: Status nach Kariesexkavation. Durchgängige Tunnelierung der okklusalen Kavität nach approximal sichtbar.



Abbildung 3h: Phosphorsäureätzung von Schmelz und Dentin.



Abbildung 3i: Nach Applikation des Adhäsivsystems (OptiBond FL, Kerr) folgt die Füllung der Kavität mit einem fließfähigem Bulk-Fill-Komposit (SDR flow, Dentsply Sirona). Das Komposit kann vor der Lichthärtung mit einer feinen Sonde an der approximalen Kavitätenöffnung verteilt werden, um Bläschen zu verhindern und dichte Füllungsråder zu gewährleisten.



Abbildung 3j: Zustand nach Füllung mit erstem Basisinkrement bis ca. 2 mm unterhalb des okklusalen Kavitätenrandes.



Abbildung 3k: Zweites Inkrement als Deckschicht aus einem stopfbarem Komposit, da dieses bessere mechanische Eigenschaften aufweist und somit abrasionsstabiler ist.



Abbildung 3l: Ausarbeitung der approximalen Fläche der Füllung mit Hilfe eines Polierstreifens.



Abbildung 3m: Fertige Füllung mit intakter Randleiste.



Abbildung 4a: Erosionen exogener Ursache. Der Patient berichtete, über zehn Jahre täglich 1,5-2 Liter säurehaltige Süßgetränke über den Tag verteilt getrunken zu haben. **a** An den vestibulären Flächen der Oberkieferfrontzähne sind die Erosionen soweit fortgeschritten, dass das sklerosierte Pulpakavum sichtbar ist.



Abbildung 4b: b Klassisches Verteilungsmuster exogener Erosionen an den Okklusal- und Bukkalflächen der Zähne.



Abbildung 5a: Erosionen intrinsischer Ursache. a Oberkieferfrontzähne eines Patienten mit saurem Reflux. Inzisal besteht lediglich die labiale Schmelzschicht, von palatinal sind Schmelz und Dentin durch die Magensäure erodiert.



Abbildung 5b: Oberkiefer eines Patienten, welcher Bulimie-bedingte Erosionen an den Palatinalflächen der Frontzähne und Okklusalflächen der Seitenzähne aufweist.



Abbildung 6a: Zahnhalsfüllung mit Hilfe einer modifizierten metallischen Ringmatrize bei subgingival liegendem Kavitätenrand. a Ausgangssituation bei einem 68-jährigen Patienten mit multiplen keilförmigen Defekten.



Abbildung 6b: b Nach Anfrischung des Dentins mit einem Feinkorn-Diamantschleifer wird ein Faden zur Trockenlegung in den Sulkus appliziert.



Abbildung 6c: c Eine tiefgreifende, zirkuläre Metallmatrize (AutoMatrix®, Dentsply Sirona) wird über den Zahn gestülpt, sodass der untere Rand der Matrize so exakt wie möglich am zervikalen Kavitätenrand angrenzt. Mit einem grobkörnigen Diamanten wird die Matrize vom oberen Rand aus U-förmig eingekürzt, sodass ein direkter Blick auf die Kavität gewährleistet ist. Der obere Rand der Matrize reicht aber noch ca. 2 mm supragingival, um eine Stufenhebung zu ermöglichen.

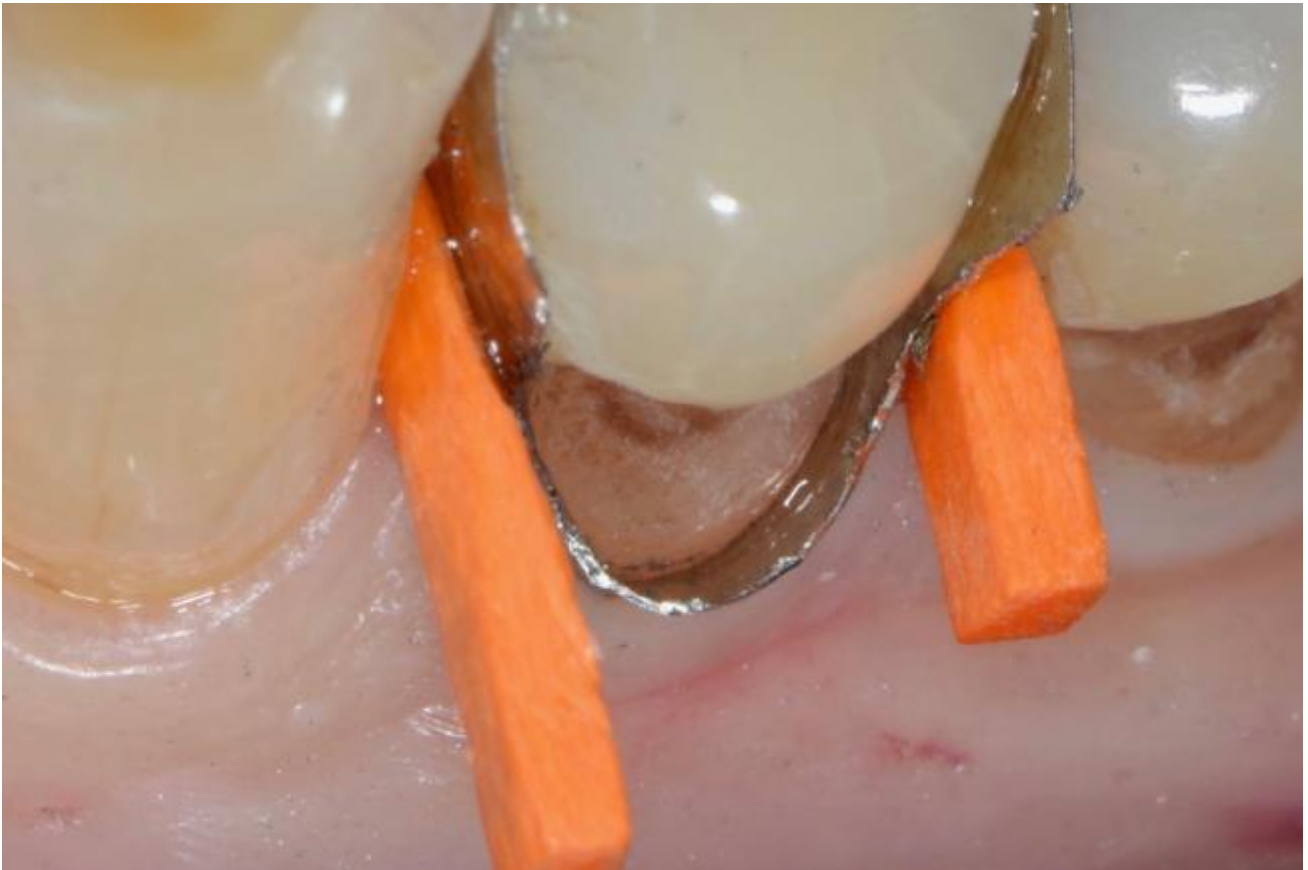


Abbildung 6d: d Ansicht von okklusal: die Matrize ist tiefer als die Defektgrenze zu setzen, um einen dichten Füllungsrand zu garantieren. Ein Verkeilen der Matrize sorgt für eine zusätzliche Abdichtung.



Abbildung 6e: Schmelzätzung.



Abbildung 6f: Nach Dentinätzung und Applikation des Adhäsivsystems (OptiBond FL, Kerr).



Abbildung 6g: Der Kavitätenboden wird mit einem fließfähigen Bulk-Fill-Komposit im Rahmen der Stufenhebung gefüllt (SDR flow, Dentsply Sirona). Bulk-Fill-Materialien eignen sich hierfür besonders, da mit ihnen dieser Schritt mit nur einem Inkrement durchgeführt werden kann.



Abbildung 6h: Zustand nach Entfernen der Matrize. Die Füllung wurde auf ein supragingivales Niveau gebracht. Da die Matrize nicht dem Zahn entlang verläuft, sondern von diesem etwas absteht, ist die hochgezogene Stufe nach bukkal etwas überextendiert. Bei guter Erreichbarkeit der verbliebenen Kavität kann die Füllung auch ohne Entfernung der Matrize zu Ende gelegt werden, um eine mögliche Kontamination mit Blut zu vermeiden.



Abbildung 6i: Fertige Kompositrestauration.



Abbildung 7: Klinisches Beispiel einer Bisshebungstherapie im Seitenzahngebiet. **a** Ausgangssituation einer Patientin mit kombinierten Erosions- und Abrasionsdefekten.



Abbildung 7b: Oberkiefermodell mit Wax-up.



Abbildung 7c: Isolation der Nachbarzähne mittels Teflonband. Die Zähne 17 und 15 werden in einem Schritt aufgebaut.



Abbildung 7d: Platzierte Schiene mit vorgewärmtem Komposit. Überschüssiges Komposit kann bereits vor der Lichthärtung entfernt werden.

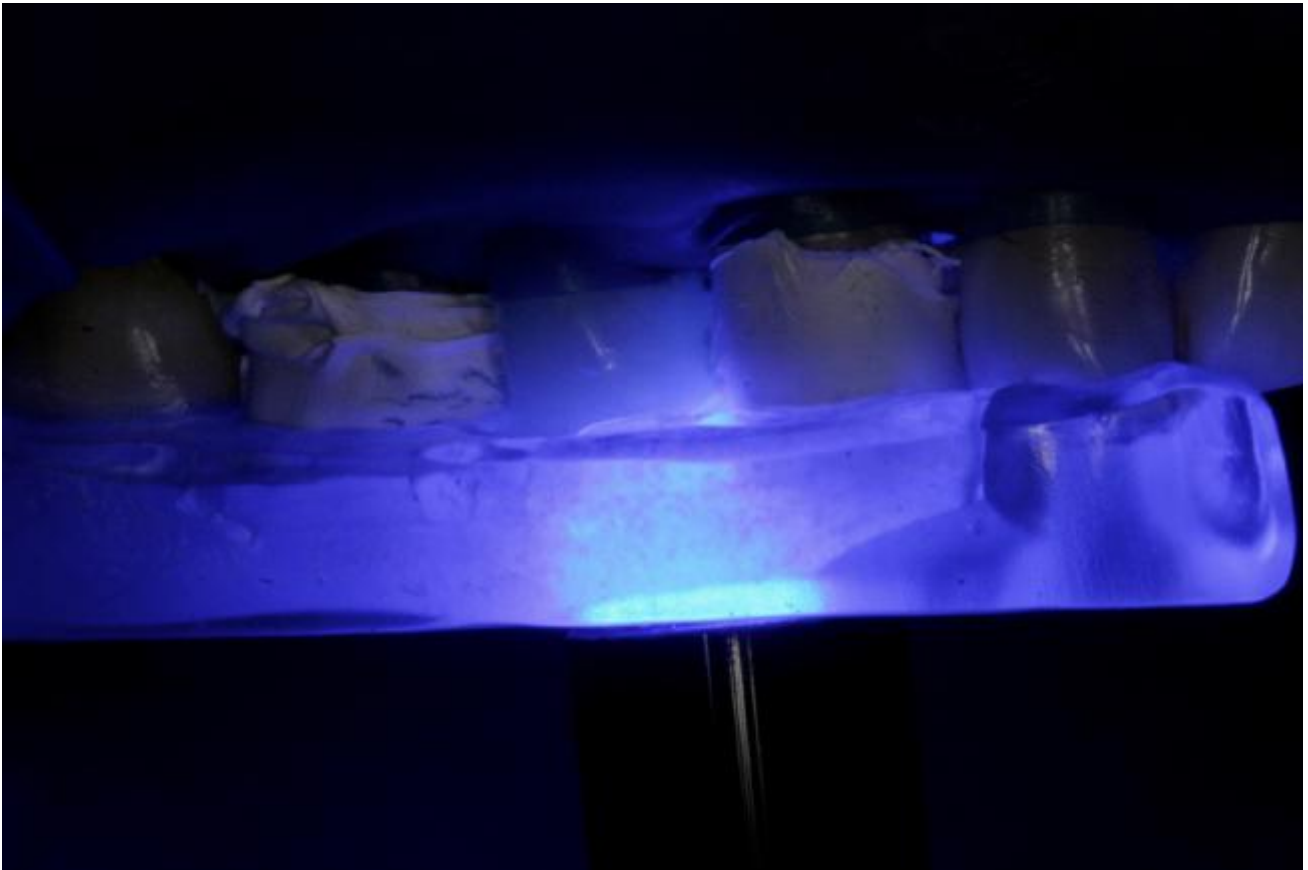


Abbildung 7e: Initiale Lichthärtung für 3-5 s.



Abbildung 7f: Nach Abnahme der Übertragungsschiene können weitere Überschüsse mit einem Skalpell entfernt werden. Anschließend erfolgt die vollständige Polymerisation.



Abbildung 7g: Grob ausgearbeitete Kompositaufbauten des ersten Quadranten.

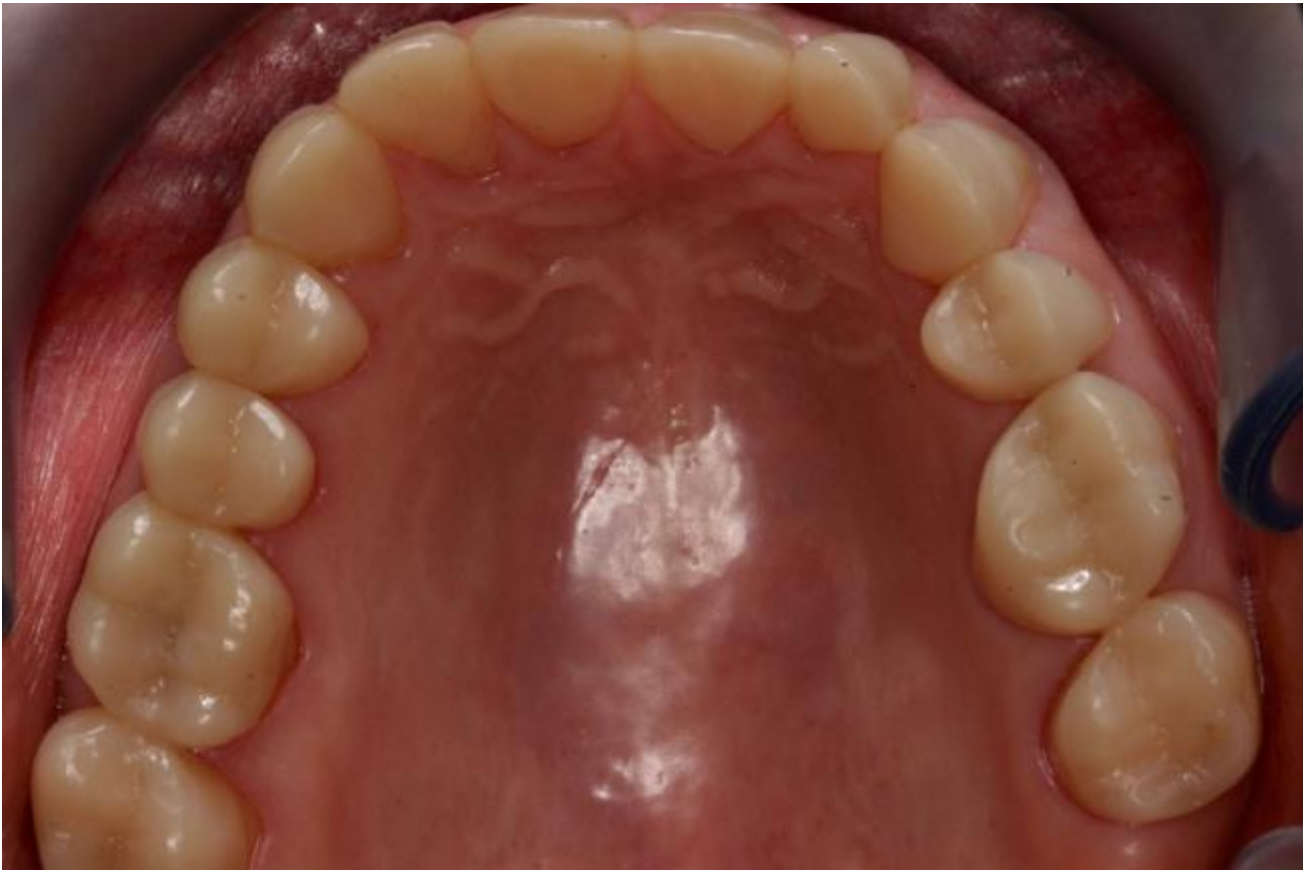


Abbildung 7h: Schlusssituation des gesamten Kiefers.



Abbildung 8: Klinisches Beispiel eines Frontzahnbaus. **a** Ausgangssituation.



Abbildung 8b: Wax-up der Frontzähne mit Silikonschlüssel.



Abbildung 8c: Nach adhäsiver Vorbehandlung erfolgt die Anfertigung der palatinalen Rückwände aus Schmelzmasse.



Abbildung 9d: Aufbau der approximalen Randleisten aus einer dünnen Schicht Schmelzmasse mit Hilfe von transparenten Frontzahnmatrizen.



Abbildung 9e: Die vorbereiteten Kästen werden mit Dentinmasse gefüllt.



Abbildung 8f: Charakterisierung der Inzisalkanten mit Malfarben.



Abbildung 8g: Abschließendes Inkrement aus Schmelzmasse.



Abbildung 8h: Schlussituation.



Abbildung 9: Reparaturfüllung aufgrund von Sekundärkaries. a Ausgangsröntgenbild einer 36-jährigen Patientin. Neben C3- und C4-Läsionen ist eine Sekundärkaries an Zahn 16 mesial erkennbar.



Abbildung 9b: Ausgangssituation intraoral. Die distale Karies wurde zwischenzeitlich mit einer Kompositfüllung versorgt, mesial liegt die alte Kompositrestauration.



Abbildung 9c: Darstellung der Sekundärkaries durch eine Slot-Präparation im approximalen Bereich der Kompositfüllung.



Abbildung 9d: Nach Exkavation der Karies und Anschrägung des Schmelzes.



Abbildung 9e: Die verbliebene Kompositfüllung wird in jenen Bereichen, die eine Haftfläche für die neue Füllung darstellen, mit einem Sandstrahlgerät (CoJet™, 3M) angeraut.



Abbildung 9f: Applikation einer transparenten Matriz, inklusive Separierkeil und Spannring.



Abbildung 9g: Ätzen der Zahnhartsubstanz. Die Phosphorsäure kann auch auf das alte Komposit aufgetragen werden, um einen zusätzlichen reinigenden Effekt zu erzielen.



Abbildung 9h: Silanapplikation für 60 s (Monobond Plus, Ivoclar Vivadent), gefolgt von Primer und Adhäsiv (OptiBond FL, Kerr).



Abbildung 9i: Füllung vor Ausarbeitung und Politur.



Abbildung 9j: Fertige Reparaturfüllung.



Abbildung 10: Schematischer Ablauf einer Reparaturfüllung mit und ohne Beteiligung der Zahnhartsubstanz.